

**Flat glass cut along straight line via thermal stresses -
where travelling hot air heater and cold air blower move
along pane**

Patent Assignee: FRAUNHOFER-GES FORD ANGE (FRAU)

Inventor: DOELL W; JUENGLING M; STAHN D

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date
-----------	------	------	-------------	------	------

Week

DE 2813302	B	19790111			
------------	---	----------	--	--	--

197903	B				
--------	---	--	--	--	--

Priority Applications (No Type Date): DE 2813302 A 19780328

Abstract (Basic): DE 2813302 B

The cutting line (a) starts from a sharp notch made in the edge of the pane; a zone (b) along line (a) is heated and followed by a zone (c) which is cooled; and the two zones (b,c) are created along line (a) so thermal stresses cause fracture along a flat edge at 90 degrees to the surfaces of the pane. The travelling zones (b,c) may be created on one or both sides of the pane; and the cutting speed is controlled by the temps.

The pref. appts. includes a driven trolley fitted with a hot air blower creating zone (b) and followed by a compressed air nozzle forming the cold zone (c). The trolley includes an optoelectronic matrix monitoring the position of the crack.

A straight, smooth cut edge is obtd. which does not required mechanical dressing.

No English title available.

Patent Number: DE2813302

Publication date: 1979-01-11

Inventor(s): BRORMANN JOHANNES; DOELL WALTER DR-ING; JUENGLING MANFRED; STAHN
DIETER DIPL-PHYS

Applicant(s): FRAUNHOFER GES FORSCHUNG

Requested Patent: ☐ DE2813302Application
Number: DE19782813302 19780328Priority Number
(s): DE19782813302 19780328

IPC Classification: C03B33/02

EC Classification: C03B33/09

Equivalents:

Abstract

Data supplied from the esp@cenet database - I2

51

Int. Cl. 2:

C 03 B 33/02

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 28 13 302 B 1

11

Auslegeschrift 28 13 302

21

Aktenzeichen: P 28 13 302.0-45

22

Anmeldetag: 28. 3. 78

43

Offenlegungstag: —

44

Bekanntmachungstag: 11. 1. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zum geradlinigen Schneiden von Flachglas mit Hilfe von thermisch induzierten Spannungen

71

Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 8000 München

72

Erfinder:

Stahn, Dieter, Dipl.-Phys.; Jüngling, Manfred; 7800 Freiburg;
Döll, Walter, Dr.-Ing., 7801 Reute; Brormann, Johannes, 7811 St Peter

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Nichts ermittelt

DE 28 13 302 B 1

ORIGINAL INSPECTED

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schneiden von Flachglas längs einer gewünschten geraden Linie mit Hilfe von thermisch induzierten Spannungen, wobei ein über die ganze Kantenhöhe aufgebrachter scharfer Anriß die Einleitung des Schneidens unterstützt, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas auf mindestens einer der beiden Hauptoberflächen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes (1) innerhalb zweier auf der vorgesehenen geraden Schnittlinie (2) hintereinander angeordneter, scharf abgegrenzter und zur Schnittlinie symmetrischer Bereiche im einen Bereich (3) erwärmt und im anderen Bereich (4) gekühlt wird und daß diese Kombination unterschiedlicher thermischer Einwirkungen — ausgehend vom Kantenriß (5) — mit der Wärmequelle voraus längs der vorgesehenen geraden Schnittlinie zur gegenüberliegenden Kante so geführt wird, daß die über die Glasdicke und in Richtung der Schnittlinie resultierenden Temperaturgradienten im Glas Wärmespannungen hervorrufen, die einen ebenen Riß (6) — ausgehend vom Kantenriß (5) — senkrecht zu den Hauptoberflächen entlang der vorgesehenen geraden Schnittlinie (2) treiben, wobei die Rißausbreitungsgeschwindigkeit (= Schnittgeschwindigkeit) durch Regelung der aufgetragenen Temperaturen gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kombinierten thermischen Einwirkungen von Erwärmung des Bereiches (3) und Kühlung des Bereiches (4) um die gerade Schnittlinie (2) an beiden Hauptoberflächen des flachen Glasgegenstandes gleichzeitig vorgesehen sind.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich (3) der Erwärmung um die gewünschte gerade Schnittlinie (2) die Form eines Streifens hat, der kürzer als die gesamte Schnittlänge ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung (Wärmeabfuhr) des Bereiches (4) um die gerade Schnittlinie (2) durch Konvektion und/oder Wärmeleitung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich (4) der Kühlung um die gerade Schnittlinie (2) die Form eines Streifens hat, der kürzer als die gesamte Schnittlänge ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich (4) der Kühlung um die gerade Schnittlinie (2) die Form einer zweizinkigen Gabel hat, wobei die beiden Zinken den Bereich (3) der Erwärmung in Vorwärtsrichtung flankieren.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschub der Vorrichtung, von der die thermischen Einwirkungen auf den flachen Glasgegenstand (1) ausgehen, so gesteuert wird, daß sich die laufende Rißspitze (7) längs des gesamten Schneidweges stets zwischen den Bereichen (3 und 4) der Erwärmung bzw. der Abkühlung befindet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß — durch entsprechende rückgekoppelte Regelung der in den Bereichen (3 und 4) aufgetragenen Temperaturen — Änderungen der

Schnittgeschwindigkeit unter Beibehaltung der Rißfrontkontur vorgenommen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die momentane Position und Kontur der laufenden Rißspitze durch opto-elektronische Beobachtung derselben gewonnen wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1—9, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (10) zum Tragen des flachen Glasgegenstandes (1), durch kombinierte Einrichtungen (8 und 9) zum Erwärmen bzw. Abkühlen begrenzter Glasoberflächenbereiche, durch eine Führungsschiene (11), längs derer die an einem Wagen (12) montierten Einrichtungen (8 und 9) mit Hilfe einer Antriebseinrichtung (13) in Schnittrichtung bewegt werden können, und durch eine ebenfalls am Wagen montierte Einrichtung zur opto-elektronischen Beobachtung der Rißspitze (in Fig. 2 nicht gezeigt).

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (10) zum Tragen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes (1) ein mit Auflege- und Transporteinrichtungen versehener Schneidetisch ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Das bekannte Verfahren zum geradlinigen Schneiden von Flachglas, bei dem eine Oberfläche des zu trennenden Glasgegenstandes längs der gewünschten Schnittlinie mit Hilfe eines mit einem Diamanten oder Hartmetallrädchen besetzten Werkzeugs angeritzt wird und bei dem dann ein Biegemoment einzeln oder paarweise um die Anrißlinie aufgebracht wird, ist nur begrenzt anwendbar. Flachglas in der überwiegend vorkommenden Zusammensetzung (Kalk-Natron-Silikatglas) läßt sich damit oft schon ab einer Dicke von 8 mm nicht mehr zuverlässig und sauber schneiden. Der bei der Biegung ausgelöste Bruch neigt dann dazu, die ihm durch die Anrißlinie vorgeschriebene Bahn zu verlassen oder zumindest unregelmäßige, oftmals verletzte Bruchufer (Trennflächen) zu erzeugen. Um den Materialausschuß beim Schneiden dickerer Glasgegenstände in erträglichen Grenzen zu halten, behilft man sich in solcher Weise, daß die Anrißlinie vor Anwendung der Biegebelastung durch manuelles Klopfen vorvertieft wird. Diese Art der Handarbeit ist zeitaufwendig und befreit außerdem nicht davon, daß die Bruchufer durch Schleifen und, falls erforderlich, durch Polieren kostspielig nachbearbeitet werden müssen, um die beim Klopfen entstandenen Verwölbungen der Schnittkanten zu beseitigen.

Für zahlreiche Spezialgläser ergeben sich derartige Bearbeitungsprobleme beim Schneiden von flachen Glasgegenständen bereits ab Glasdicken unter 8 mm.

Weiter ist bekannt, daß Flachglas auch mit Hilfe von thermisch induzierten Spannungen geradlinig zerteilt werden kann. Eine Grundvoraussetzung dafür, daß sich bei einer thermischen Einwirkung im Glas Wärmespannungen ausbilden können — daß nämlich das Material bei Temperaturänderungen Wärmedehnungen zeigt —, ist normalerweise immer erfüllt. Die bekannten thermischen Verfahren zum Schneiden von Flachglas lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen. Bei den

wenigen Verfahren der ersten Gruppe werden die Wärmespannungen zum Trennen des Glases durch eine lokal eng begrenzte thermische Einwirkung auf den zu schneidenden flachen Glasgegenstand induziert, wobei die Vorrichtung, von der diese Einwirkung ausgeht, relativ zum Glasgegenstand längs der gewünschten geraden Schnittlinie geführt wird. So gibt die deutsche Offenlegungsschrift 19 19 673 ein Verfahren an »zum Auftrennen eines Glasbandes in einer Fensterglas-Ziehapparat, in der das Glasband aus einer Schmelze nach oben gezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ziehapparat eine Wärmequelle in der Nähe des Glasbandes, jedoch außer Kontakt mit demselben, angebracht wird, deren Energie auf einen bestimmten Punkt auf dem an der Wärmequelle sich vorbeibewegenden Glasband fokussiert wird, so daß Wärmespannungen in dem Glas entstehen, die zu einem Sprung und damit zu einer Auftrennung des Glases entlang der von dem Brennpunkt der Wärmequelle gezeichneten Linie führen«.

Bei dem in der DE-OS 23 50 502 beschriebenen Verfahren wird das Trennen eines Glaskörpers »durch Bestrahlen mit wenigstens einem Laserstrahl« erreicht, wobei »der oder wenigstens einer der Laserstrahlen eine Wellenlänge oder eine überwiegende Wellenlänge besitzt, die derartig ist, daß wenigstens 10% der Energie eines derartigen Laserstrahls in den Körper bis zu einer Tiefe von wenigstens 0,2 mm eindringen«. Dieses von den technischen Mitteln her komplizierte und aufwendige Verfahren ist wenig anpassungsfähig und bietet daher vor Ort in Industrie- und Handwerksbetrieben wenig Vorteile.

Zu den Glasschneideverfahren unter Benutzung von lokal eng begrenzten thermischen Einwirkungen ist auch dasjenige der Patentschrift DE-PS 12 27 207 zu zählen, »dadurch gekennzeichnet, daß die Glasscheibe mit einer Anfangskerbe versehen wird, deren Länge nur einen geringen Bruchteil der Länge der Trennlinie beträgt, ein diese Kerbe enthaltender schmaler Bereich der Glasscheibe unterkühlt wird und von diesem Bereich ausgehend fortlaufend weitere Bereiche längs der Trennlinie unterkühlt werden«. Bei Anwendung dieses Verfahrens bildet sich am Kantenriß der Scheibe ein Riß aus, der — im Falle einer gleichzeitigen thermischen Beaufschlagung beider Scheibenoberflächen — infolge der vorgesehenen Kühlung der Rißufer mit zwei an den Oberflächen voreilenden Rißspitzen in den warmen Glasbereich getrieben wird, wobei die gewünschte Rißausbreitungsrichtung durch die resultierenden Wärmespannungsfelder nicht streng festgelegt ist. Die beiden voreilenden Rißspitzen reagieren empfindlich auf Störungen der Temperaturverteilung nahe den Scheibenoberflächen und können so leicht aus der gemeinsamen Ebene geraten. Dies führt zu einem Verwinden, Verhaken und schließlich zu einem Blockieren des laufenden Risses, der die Trennung der Scheibe herbeiführen soll.

In der zahlenmäßig stärkeren zweiten Gruppe der thermischen Verfahren zum Schneiden von Flachglas ist das Hauptmerkmal eine im wesentlichen gleichzeitige linien- oder bandförmige Erwärmung der vollen Länge der vorgesehenen geraden Schnittlinie auf einer oder beiden Hauptoberflächen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes. Die US-PS 17 20 883 sieht ein Aufbringen der Wärme in einer Zone um die gewünschte Schnittlinie vor, indem »ein heißer Gegenstand oder heiße Gegenstände oder Elemente, welche elektrisch oder auf sonstige Weise erhitzt wurden, in

Berührung mit dem oder in dichte Nachbarschaft des Glases gebracht werden«.

Einige Druckschriften sehen eine spezielle Art der genannten Wärmequelle vor: Die US-PS 17 77 644 beschreibt einen Widerstandsdraht, der — in einem Kanal eines stangenförmigen Isolierkörpers — in geringem Abstand von der Glasoberfläche über der gewünschten Schnittlinie angeordnet wird.

Gemäß der DE-OS 27 17 788 wird »auf mindestens einer ungeritzten Oberfläche einer Glasscheibe längs einer gewünschten Schnittlinie ein Wärmeleiter aufgebracht, Wärme gleichmäßig auf diesen Wärmeleiter aufgebracht und die Wärme durch den Wärmeleiter auf die Glasoberfläche längs der gewünschten Schnittlinie übertragen«.

Die DE-AS 12 44 346 sieht die Wärmeübertragung auf die gewünschte Schnittlinie mit Hilfe eines Lasers vor, dessen Strahlung vom Glas hinreichend gut absorbiert wird.

Schließlich ist durch die DE-PS 19 16 076 ein Verfahren zum Schneiden von Glasscheiben unter dielektrischer Beheizung des Glases bekannt, dadurch gekennzeichnet, daß »die dielektrische Beheizung ... längs der Schnittlinie erfolgt«.

Die bekannten Verfahren der zweiten Gruppe mit gleichzeitiger Erwärmung der gesamten vorgesehenen Schnittlinie sind hinsichtlich ihrer gewerblichen Verwertung wenigstens aussichtsreich, da sie nur unsicher arbeiten. Sie werden der gestellten Aufgabe, nämlich geradlinige, ebene Schnitte senkrecht zu den Hauptoberflächen der zu schneidenden flachen Glasgegenstände zu erzeugen, aus prinzipiellen Gründen oft nicht gerecht: Ein Durchtrennen eines flachen Glasgegenstandes kann mit diesen thermischen Verfahren ohne weiteres nur erreicht werden, wenn die an einem Ende der vorgesehenen Trennlinie künstlich erzeugte Schwachstelle, von welcher der Schnitt ausgehen soll, eine relativ stumpfe, d. h. wenig wirksame Kantenverletzung ist. Dann baut sich bei Erwärmung der gesamten vorgesehenen Schnittlinie eine thermische »Überlast« auf, die an der Kantenverletzung einen Riß initiiert und diesen mit hoher Geschwindigkeit in Richtung der Trennlinie springen läßt. Der Riß erreicht so die gegenüberliegende Kante, weicht jedoch in der Regel auf dem letzten Stück seines Weges von der Soll-Linie ab. Dieser Mangel ist gesetzmäßig bedingt, da der schnell laufende Riß vor Erreichen der gegenüberliegenden Glaskante einem vor ihm aufgebauten Druckspannungsgebiet auszuweichen versucht.

Bei sehr schnellem Rißfortschritt besteht außerdem die Gefahr, daß auf den vom Riß erzeugten Trennflächen Rauigkeit und Zersplitterung auftreten, die in Glas bekanntlich beobachtet werden, wenn ein laufender Riß seine maximale Ausbreitungsgeschwindigkeit (ca. 1500 m/s) erreicht.

Wird von vornherein ein scharfer Anriß als Kantenverletzung vorgegeben, so verläuft die Rißausbreitung bei Erwärmung der gesamten vorgesehenen Trennlinie mit mäßiger Geschwindigkeit, da keine thermische »Überlast« entsteht. Die Folge davon ist allerdings, daß der Riß nach aller Erfahrung die gegenüberliegende Kante nicht erreicht, sondern in einem bestimmten Abstand davor stehenbleibt. In diesem Fall wird das endgültige Trennen des flachen Glasgegenstandes in bekannter Weise durch eine mechanische Kraft herbeigeführt, wobei ein geradliniger Abschluß des Zerteilens jedoch oft nicht gewährleistet ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Flachglas mit Hilfe von thermisch induzierten Spannungen geradlinig so zu schneiden, daß der dabei erzeugte trennende Riß nicht unkontrolliert springt, sondern daß er statt dessen gerade, eben und senkrecht zu den Hauptoberflächen der zu schneidenden Glasgegenstände stabil über die ganze vorgesehene Trennlinie geführt wird, wobei zur Vollendung des Trennschnittes eine zusätzliche mechanische Krafteinwirkung nicht erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach den Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst, weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sowie Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe sieht im wesentlichen vor, daß auf einer oder gleichzeitig auf beiden Hauptoberflächen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes zwei auf der vorgesehenen geraden Schnittlinie hintereinander angeordnete, scharf abgegrenzte, zur Schnittlinie symmetrische Glasbereiche thermisch unterschiedlich beaufschlagt werden — und zwar wird der eine Bereich erwärmt, der andere gekühlt — und daß die Einrichtungen, von denen diese thermischen Einwirkungen ausgehen, von einer definiert vorgegebenen Kantenverletzung aus — gekoppelt und mit der Wärmequelle voran — längs der vorgesehenen Schnittlinie zur gegenüberliegenden Glaskante geführt werden. Bei ausreichender Größe der dabei aufgetragenen Temperaturdifferenzen bilden sich im Glas derartige Wärmespannungen aus, daß an der Kantenverletzung ein ebener Riß entsteht, der — längs der Soll-Linie fortschreitend — den Glasgegenstand senkrecht zu den Hauptoberflächen trennt. Die Geschwindigkeit der Rißausbreitung (= Schnittgeschwindigkeit) kann durch Regelung der aufgetragenen Temperaturen gesteuert werden.

Als wirksame Kantenverletzung wird ein mit einem Diamanten oder Hartmetallrädchen in bekannter Weise erzeugter scharfer Anriß vorgegeben, der sich über die ganze Kantenhöhe erstrecken soll.

Die durch Wärme bzw. Kühlung beaufschlagten Glasbereiche um die vorgesehene gerade Trennlinie haben in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung die Form von Streifen, die mit zwei Schmalseiten aneinander grenzen und zumeist viel kürzer als die gesamte Schnittlänge sind. In einer anderen Ausgestaltung hat der durch Kühlung beaufschlagte Bereich auf der Glasoberfläche die Form einer zweizinkigen Gabel, wobei die beiden Zinken in Vorwärtsrichtung den Bereich der Erwärmung flankieren.

Die Beaufschlagung des einen Glasbereichs um die vorgesehene gerade Trennlinie mit von außen zugeführter Wärme kann durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung und/oder Konvektion vorgenommen werden; als besonders vorteilhaft haben sich z. B. gezielt eingesetzte Flämmchen oder Heißluft erwiesen. Die Kühlung (Wärmeabfuhr) des zweiten Glasbereichs um die Schnittlinie erfolgt durch Konvektion und/oder Wärmeleitung. Da dieser Bereich bei der erfindungsgemäßen Durchführung des Schneidens auf Grund der vorgeschalteten Erwärmung erhöhte Temperatur besitzt, reichen oftmals Preßluft oder der Kontakt mit einem wasserdurchflossenen metallischen Kühlkörper für eine wirksame Kühlung aus.

Wie eine weiter unten gegebene Analyse der Spannungen im Glas als Folge der beiden thermischen Einwirkungen zeigt, ist es für den Schneidvorgang

vorteilhaft, wenn beim Verschieben der aufeinanderfolgenden Bereiche von Erwärmung und Abkühlung längs der vorgesehenen geraden Schnittlinie der erzeugte Riß in solcher Weise im Glas mitgeführt wird, daß die Rißspitze auf dem gesamten Schneidweg stets zwischen den verschieden beaufschlagten Bereichen gehalten wird. Dies kann erstens durch Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit der Vorrichtung, von der die thermischen Einwirkungen auf den flachen Glasgegenstand ausgehen, und/oder zweitens durch Regelung der dabei aufgetragenen Temperaturen erreicht werden.

Die stets zwischen den Bereichen von Erwärmung und Abkühlung im Glas mitgeführte Rißspitze stellt in praktischer Weise eine Orientierungshilfe dar, welche thermischen Bedingungen bei Veränderung der Schnittgeschwindigkeit während eines Schneidvorgangs vorzugeben sind: Die Vorschubgeschwindigkeit der thermischen Einwirkungen auf den flachen Glasgegenstand, die dabei aufgetragenen Temperaturen und möglicherweise die Länge der beaufschlagten Glasbereiche auf der vorgesehenen geraden Schnittlinie werden jeweils so aufeinander abgestimmt, daß die günstige Voraussetzung für das Schneiden, nämlich die Lage der Rißspitze zwischen den verschieden beaufschlagten Bereichen, erhalten bleibt. Dazu ist eine rückgekoppelte Regelung erforderlich. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird diese Regelung auf der Grundlage einer opto-elektronischen Ortung der Spitze des laufenden Risses vorgenommen.

Es soll nun die Wirkungsweise der beiden unterschiedlichen thermischen Einwirkungen auf den zu schneidenden flachen Glasgegenstand erläutert werden. Wird ein Bereich auf der Oberfläche eines Glasgegenstandes erwärmt, so bilden sich u. a. unter der Oberfläche des beaufschlagten Bereiches Temperaturgradienten über die Glasdicke aus. Diese haben eine Spannungsverteilung zwischen den beiden Hauptoberflächen des Glasgegenstandes zur Folge, die durch einen zweifachen Wechsel Druck-Zug-Druck gekennzeichnet ist. Wenn die Temperaturerhöhung des beaufschlagten Glasoberflächenbereichs rasch aufgebracht wird, so treten an der direkt erwärmten Oberfläche relativ starke Druckspannungen auf, die jedoch mit der Dauer der thermischen Einwirkung abgebaut werden. Die nahe der gegenüberliegenden Hauptoberfläche resultierenden Druckspannungen sind (bei nur einseitiger Wärmebeaufschlagung des flachen Glasgegenstandes) im Vergleich dazu deutlich niedriger. Dazwischen, im Glasinneren, erstreckt sich ein Zugspannungsgebiet. Hier wird ein absolutes Spannungsmaximum erst eine bestimmte Zeit nach Beginn der thermischen Einwirkung angenommen. Die erfindungsgemäße Wärmebeaufschlagung eines Bereiches um die vorgesehene Trennlinie schafft auf Grund der Temperaturgradienten über die Glasdicke somit nur im Glasinneren die für eine Rißerweiterung günstigen Voraussetzungen. Bei Anwendung einer ausreichend hohen Temperaturdifferenz werden kritische Zugspannungswerte im Glasinneren um so eher angenommen, je höher die Temperaturdifferenz ist.

Ein Fortschreiten eines initiierten Risses auf der vorgesehenen geraden Schnittlinie wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß nicht nur im Glasinneren, sondern auch an den Glasoberflächen lokal günstige Bedingungen für das Trennen des Glases geschaffen werden. Dazu wird ein in Richtung der Schnittlinie orientierter Temperaturgradient zwischen dem Bereich der Erwärmung und dem unmittelbar dahinter vorgese-

henen Bereich der Kühlung der Glasoberfläche genutzt. Er bewirkt, daß der gekühlte Glasbereich oberflächlich unter Zugspannungen senkrecht zur vorgesehenen Trennlinie gerät.

Im folgenden wird — zur Vereinfachung der Darstellung — davon ausgegangen, daß die erfindungsgemäßen thermischen Einwirkungen auf den zu schneidenden flachen Glasgegenstand auf dessen beiden Hauptoberflächen gleichzeitig vorgenommen werden. Die im Glas induzierten Spannungsverteilungen sollen bezüglich einer Mittelebene symmetrisch sein. Wenn die thermische Belastung ausreicht, um am Kantenanriß einen Riß zu erzeugen, so hat dieser auf Grund der oben geschilderten Spannungsverhältnisse an der Spitze eine Rißfront mit gebogener Kontur, die unter den getroffenen Annahmen in etwa parabelförmig ist.

Bei der erfindungsgemäßen Durchführung des Verfahrens — d. h., wenn die Einrichtungen, von denen die thermischen Einwirkungen ausgehen, auf beiden Hauptoberflächen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes längs der vorgesehenen geraden Trennlinie geführt werden — kommt es beim Mitführen des Risses darauf an, daß die lokale Beaufschlagung durch Wärme den Scheitel der parabelförmigen Rißfront im Glasinneren mit gleicher Geschwindigkeit fortschreiten läßt, wie die nachgeschaltete Kühlung ein Trennen des Glases an den zurückhängenden, oberflächennahen Ausläufern der Rißfrontparabel bewirkt.

Die Kontur der Rißfront kann wegen der Möglichkeit einer separaten Regelung der bei der thermischen Beaufschlagung aufgetragenen Temperaturen weitgehend verändert und dabei optimiert werden.

Eine im Glasinneren voreilende Rißfront ist für den Trennvorgang besonders vorteilhaft, da sich etwaige thermische Störungen auf der Glasoberfläche im Inneren nur abgeschwächt bemerkbar machen und ein Voreilen der Rißfront im Inneren somit die Rißführung stabilisiert.

Ein außerordentlich wichtiger Vorteil der vorliegenden Erfindung gegenüber den bekannten thermischen Verfahren, die eine gleichzeitige Erwärmung der gewünschten Schnittlinie in ihrer ganzen Länge vorsehen, liegt darin, daß die Intensität der wirksamen thermischen Einwirkungen bei gleicher Glasdicke vom Format des zu schneidenden Glasgegenstandes und von der Schnittlänge weitgehend unabhängig ist. Dies hängt mit der örtlichen Begrenzung der thermischen Beaufschlagung auf relativ enge Glasbereiche zusammen, wobei sich besonders günstig auswirkt, wenn die durch die Erwärmung vor der laufenden Rißspitze bedingte örtliche Temperaturerhöhung des Glases durch die nachfolgende Kühlung wieder größtenteils kompensiert wird. Die bei den bekannten thermischen Glasschneidverfahren zu beobachtende Abhängigkeit der Schneidbedingungen vom Format der Zuschnitte beruht darauf, daß hier quer zur Schnitttrichtung ausgerichtete Temperaturgradienten ausgenutzt werden, wobei der trennende Riß durch eine (formatabhängige) Deformation der Rißufer vorangetrieben wird.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung des oben definierten Verfahrens. Eine besonders günstige Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch in Aufsicht einen flachen Glasgegenstand 1 mit einem scharfen Kantenanriß 5 am Anfang der vorgesehenen geraden Trennlinie 2, einen durch Wärme beaufschlagten Glasbereich 3, einen

durch Kühlung beaufschlagten Bereich 4 sowie einen dadurch erzeugten Riß.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung der Vorrichtung, bestehend aus einer Einrichtung 10 zum Tragen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes 1, aus einer Einrichtung 8 zum Erwärmen des scharf abgegrenzten Glasoberflächenbereiches 3, gekoppelt mit einer Einrichtung 9 zum Abkühlen des Glasbereiches 4, und aus einer Führungsschiene 11, längs derer die an einem Wagen 12 montierten Einrichtungen 8 und 9 mit Hilfe einer Antriebseinrichtung 13 in Richtung der gewünschten Schnittlinie 2 bewegt werden können.

Die Einrichtung 8, z. B. ein Heißluftgebläse, und die Einrichtung 9, z. B. eine Preßluftanlage, sind nicht im einzelnen gezeigt; sie sind bekannt. Ebenso sind Einrichtungen zur thermischen Beaufschlagung der unteren Glasoberfläche wegen der besseren Übersichtlichkeit in der Darstellung weggelassen.

Fig. 2 zeigt außerdem einen am Kantenanriß 5 initiierten und beim Vorschub der thermischen Einwirkungen mitgeführten Riß 6, dessen Rißspitze 7 sich zwischen den durch Wärme und Kühlung beaufschlagten Glasbereichen (3 und 4) befindet. — Als Einrichtung 10 zum Tragen des zu schneidenden flachen Glasgegenstandes wird vorteilhaft ein mit Auflage- und Transporteinrichtungen versehener Schneidetisch eingesetzt.

Fig. 3 zeigt im Schnitt einen flachen Glasgegenstand 1, der auf beiden Oberflächen längs eines Teils der vorgesehenen geraden Schnittlinie 2 thermisch beaufschlagt wird. Auf jeder Glasseite befindet sich ein Paar von gewinkelten Rohren, die gegen die Glasoberfläche aufgeschlitzt sind und von denen das eine 8 z. B. mit einem Heißluftgebläse, das andere 9 z. B. mit einer Preßluftanlage verbunden ist, so daß ein Glasbereich 3 erwärmt, ein angrenzender Glasbereich 4 gekühlt werden kann. Ein dabei erzeugter Riß 6 soll beim Verschieben der gekoppelten Einrichtungen 8 und 9 längs der gewünschten Schnittlinie 2 mit Hilfe der Antriebseinrichtung 13 günstigerweise derart mitgeführt werden, daß die Rißspitze 7 stets zwischen den Bereichen der Erwärmung und Abkühlung bleibt.

Nicht dargestellt in Fig. 2 und 3 ist eine am Wagen 12 montierte Einrichtung zur opto-elektronischen Beobachtung der Rißspitze. Eine bevorzugte Ausgestaltung dieser Einrichtung arbeitet nach an sich bekanntem Prinzip in folgender Weise: Die Rißspitze wird während des Schneidens vor einem hellen Hintergrund beobachtet. Als Medium dient dazu eine Matrix aus lichtempfindlichen Halbleitern, deren Informationsinhalt ein digitalisiertes Bild der Rißfront darstellt. Diese Information kann sowohl als visuelles Bild auf einem LED-Display dargestellt, als auch als IST-Wert einer Regeleinrichtung zugeführt werden.

Die wesentlichen Vorteile der vorliegenden Erfindung sind vor allem die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens und seiner Anwendung sowie die damit erzielbaren guten Schneidergebnisse, wobei die weitgehend unverletzten Trennflächen für eine Reihe von Flachglasprodukten von größter Bedeutung sind.

Die Wirtschaftlichkeit der Erfindung hat mehrere Gründe:

- zuverlässige Arbeitsweise des Verfahrens, die Materialausschuß vermeiden hilft,
- Zeitersparnis und Verringerung des Arbeitsaufwandes im Vergleich zu üblicherweise praktizierten Glasschneidverfahren, da die erzeugten Schnittkanten — wenn überhaupt — nur leichtes Nachbearbeiten benötigen,

- unerheblicher Werkzeugverschleiß, da ein umfangreiches Nachbearbeiten der Kanten entfällt.

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren erzielbaren Schneidergebnisse sind gekennzeichnet durch:

- gerade Schnittkanten mit ebenen, glatten, durchsichtigen Kantenflächen, die senkrecht zu den Hauptoberflächen der bearbeiteten Glasgegenstände stehen,
- praktisch unverletzte Trennflächen (den kleinen Anriß am Schnittanfang ausgenommen),
- hohe Kantenfestigkeit, da eine die Schnittbahn festlegende Kerblinie auf der Glasoberfläche entfällt.

Weitere wesentliche Vorteile des Verfahrens sind:

- steuerbare Schnittgeschwindigkeit,
- weitgehende Unabhängigkeit der Schneidbedingungen vom Format der Zuschnitte.

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet einen sauberen Arbeitsplatz mit geringer Umweltbelastung und vermeidet Glasstaub, Splitter etc.

- 5 In einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wurde eine 1 m lange und 0,25 m breite Glasplatte mit einer Dicke von 21 mm in ihrer Breite geradlinig halbiert. Dazu wurden auf ihren beiden Hauptoberflächen gemäß Fig. 3 je zwei eng begrenzte, streifenförmige Glasoberflächenbereiche um die vorgesehene
10 Schnittlinie erwärmt bzw. gekühlt. Die Erwärmung erfolgte mit Hilfe zweier Heißluftgebläse (Lufttemperatur ca. 350°C), zur Abkühlung wurde Preßluft benutzt. Die heißen und kalten Luftströme wurden über
15 gewinkelte Rohre, die gegen die Glasplatte aufgeschlitzt waren, auf die Glasoberfläche geleitet. Die Flächen der beaufschlagten streifenförmigen Bereiche waren in etwa 60 x 5 mm² groß.

Die Schnittgeschwindigkeit betrug ca. 300 mm/min.

20

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

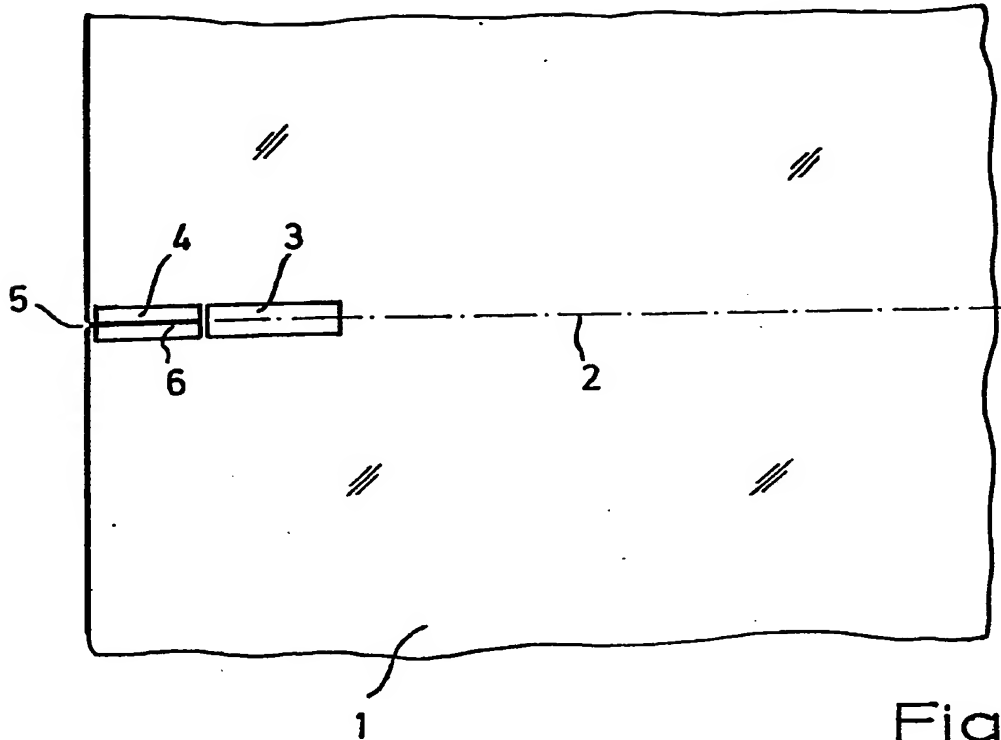


Fig. 1

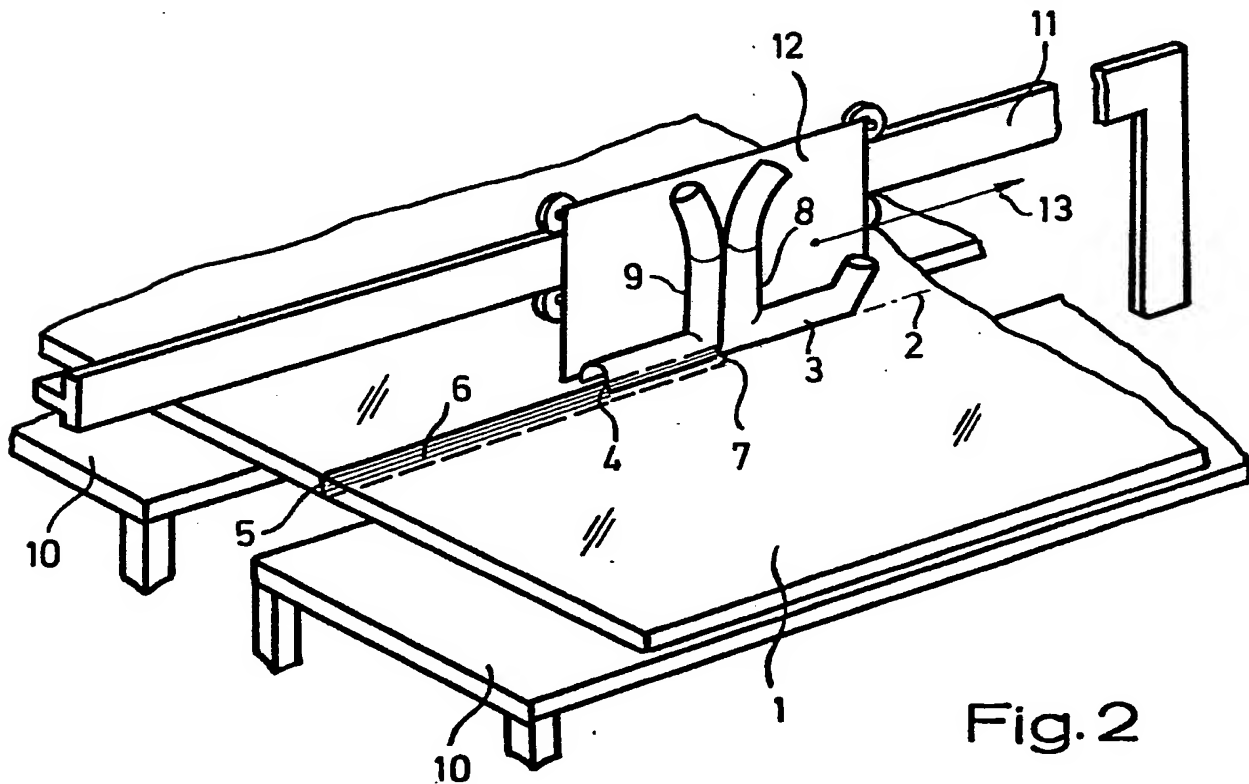


Fig. 2

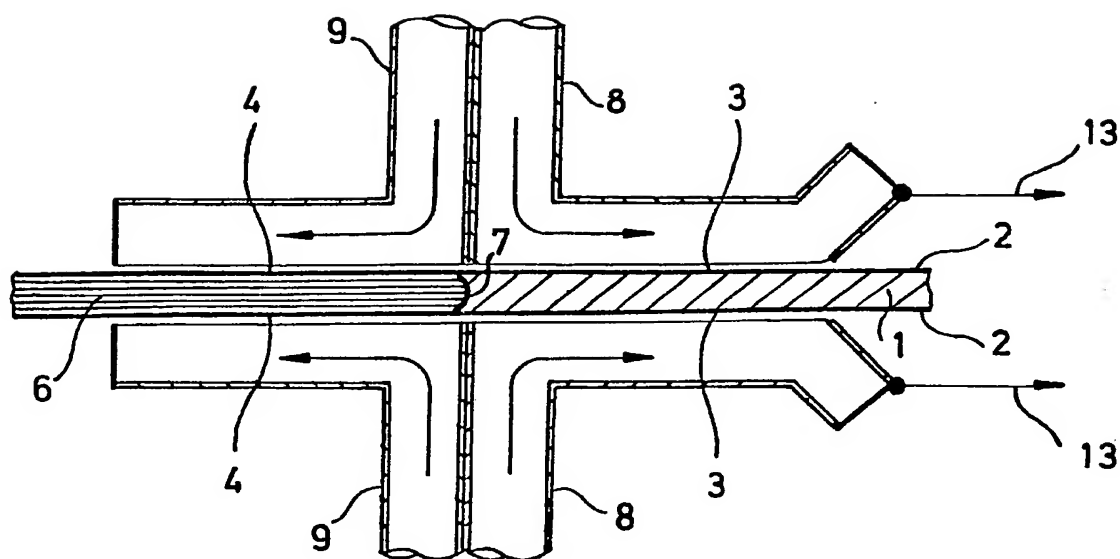


Fig.3